

# UNIVERSITETET I OSLO.

Det matematisk - naturvitenskapelige fakultet.

**Eksamen i** : FYS1210 - Elektronikk med prosjektoppgaver

**Eksamensdag** : 18 august 2005

**Tid for eksamen** : Kl. 1430 - 1730

**Oppgavesettet er på 3 sider.**

**Vedlegg** : Logaritmeblad

**Tillatte hjelpemidler** : Lommekalkulator.

Lærebøker: J.Millman & A.Grable: "Microelectronics" og/eller

Robert T. Paynter & B.J.Toby Boydell "Electronics Technology Fundamentals"

Ordbok Norsk-Engelsk / Engelsk - Norsk

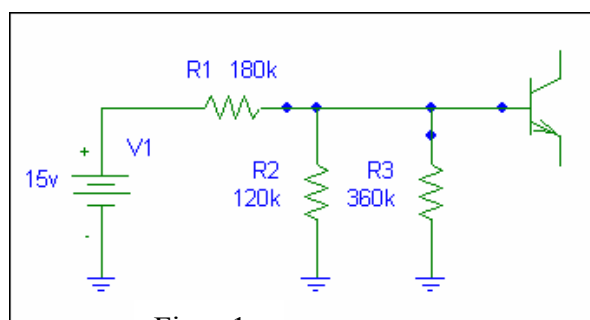
**Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.**

## Oppgave 1

Figur 1 viser et nettverk tilkoplest basen på en bipolar transistor.

1 a ) Tegn opp Thevenin-ekvivalenten for forspenningen av basen.

1 b ) Beregn størrelsen på Thevenin spenningen,  $V_{TH}$  og Thevenin motstanden  $R_{TH}$ .



Figur 1

Figur 1B viser en enkel forsterker med en bipolar NPN transistor (Q1).

Transistoren har en strømforsterkning  $\beta = 150$ .

Batterispenningen  $V_{CC} = 9$  volt.

Kollektorstrømmen  $I_C = 1$  mA

Basemotstanden  $R_1 = 1,1$  M $\Omega$ ,

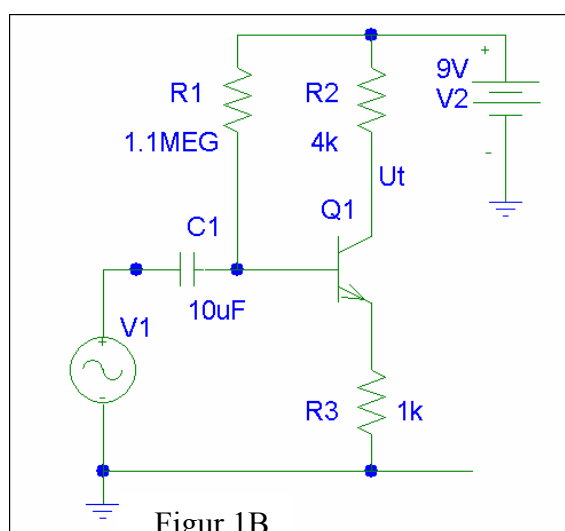
kollektormotstanden  $R_2 = 4$  k $\Omega$ ,

emittermotstanden  $R_3 = 1$  k $\Omega$

1 c ) Angi DC-spenningen på emitter, kollektor og base.

1 d ) Hvor stor er transistorens transkonduktans  $g_m$ ? (i Siemens)

1 e ) Tegn opp småsignalekvivalenten til forsterkeren i Figur 1B.



Figur 1B

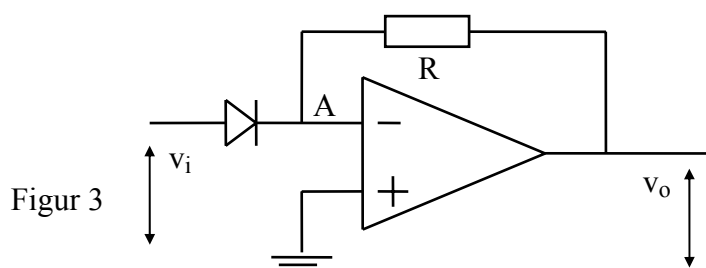
- 1 f) Beskriv kort hva du forstår ved *Miller-effekt*. Hvordan påvirker denne frekvensresponsen til en forsterker?
- 1 g) Hva blir spenningsforsterkningen til kretsen i Figur 1B for midlere frekvenser? Gi et forenklet resonnement.
- 1 h). Vi setter inn en stor kondensator i parallell med emittermotstanden R3. Hva blir spenningsforsterkningen nå?

## Oppgave 2

- 2 a) Du skal bygge en forsterker ved hjelp av en OpAmp (operasjonsforsterker). Dette skal være en "ikke-inverterende" forsterker. Dvs. positivt signal på inngangen gir positivt signal ut.  
Kravene til forsterkeren er som følger: Forsterkning 20 dB og ingen fasedreining ved 50 kHz. Tegn opp forsterkeren og sett på aktuelle motstandsverdier.
- 2 b) Tegn opp et diagram som viser forsterkning (dB) som funksjon av frekvens når kravene er som gitt i 2a). Bruk logaritmeblad. ( Frekvensområde 1Hz – 5 MHz )
- 2 c) Du skal bestille en egnet operasjonsforsterker. Hvilke krav må du stille til Gain-Band-Width produkt (GBW).
- 2 d) Det siste kravet til forsterkeren er at signalet ikke skal være forvrengt ved 50 kHz selv med en signalspenning ut (Peak voltage) på 4 volt. Hvilke krav må du stille til "slew rate" ? (Vis beregningen av "slew rate")
- 2 e) Hvor stort er signalet på operasjonsforsterkerens *inverterende* inngang når frekvensen er 50kHz og signalet ut har en peak voltage på 4 volt ?

## Oppgave 3

- 3 a) Kom frem til et uttrykk for utgangsspenningen  $v_o$  til kretsen i Figur 3.  
I denne oppgaven setter vi diodestrømmen til  $i_D = I_s \cdot e^{V_D/\eta V_T}$  og lar inngangsspenningen  $v_i$  være positiv i forhold til jord. Forsterkeren regnes som ideell.



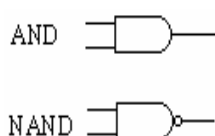
- 3 b) Dette spørsmålet er hentet fra laboppgave # 6.  
Vi snur dioden i figur 3 – slik at anoden vender inn mot operasjonsforsterkeren.  $v_i$  er positiv i forhold til jord.  
Motstanden  $R = 4,7 M\Omega$  og  $v_o = 0,5 \text{ volt}$ .  
Hvor stor er diodens reversstrøm?



- 3 c ) Reversstrømmen i en PN-overgang skulle teoretisk være meget liten. I en praktisk diodekopling ser vi her at den er relativt ”stor”. Kan du gi en forklaring på hva som forårsaker denne ”store” reversstrømmen?
- 3 d ) Tegn opp strøm/spennings - karakteristikken for en Si-diode og en Ge-diode i samme diagram. ( $V_D$  -2volt til +2volt)
- 3 e ) Man arbeider stadig for å finne nye halvledermaterialer. (Siliciumcarbide og Galliumnitride er eksempler på slike materialer, begge med ”band gap”  $E_G > 3eV$ ). Hva er det man ønsker å oppnå ved å bruke disse ”nye” materialene?
- 3 f ) Hva er spesielt med en ”tunneldiode” ? Gi en kort forklaring – med henvisning til en tegning over strøm/spennings - karakteristikken.

#### Oppgave 4

AND og NAND			
A	B	AND	NAND
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		



Figur 4a

Oppgave 4 er hentet fra laboratorieoppgave # 4 Enkle logiske kretser

- 4 a ) Sett opp sannhetstabellen for en AND og en NAND – port. ( Fyll inn i de tomme rutene for AND og NAND som vist i figur 4a )
- 4 b ) Figur 4b viser en DTL - port.. (Diode –Transistor – Logikk = DTL)  
Hva blir spenningen  $V_{ut}$  hvis begge inngangene ( A og B ) ligger uten tilkopling? (som vist på figur 4b) –  
og hva blir spenningen på basis til BC547 ?
- 4 c ) Hva blir spenningen  $V_{ut}$  hvis A koples til +5volt og B fortsatt er uten tilkopling?
- 4 d ) Hva blir spenningen  $V_{ut}$  hvis B koples til ”jord” ( 0 volt ) og A samtidig holdes på +5volt ?

Figur 4b

